

Az energia-megtakarítás egységes energetikai és környezetvédelmi értékelési metodikájának, a támogatás indokolt mértékének és módszereinek kidolgozása

046339 sz. OTKA kutatás összefoglalója

1. Az energia-megtakarítás támogatásának célja

Vizsgálataink elején áttekintettük azt, hogy milyen célok elérése érdekében kell és érdemes energiamegtakarítást támogatni. E szempontból nem tettünk különbséget a közvetlen állami támogatás (azaz költségvetésből történő támogatás) és az állami intézkedésekkel előírt kedvezmények között. Ez utóbbiba azokat a kedvezményezéseket soroljuk, amelyeket végső soron a fogyasztó fizet meg, mint például a kötelező villamosenergia átvétellel és annak előírt árával támogatott villamosenergia-termelési módoknál.

Bármely állami támogatásnak akkor van értelme, ha annak hatására valami olyan előny keletkezik, ami össztársadalmi érdeket szolgál, amelynek van társadalmi haszna, de nem közvetlenül az érintett félnél vagy feleknél jelenik meg.

Tekintsük át a lehetséges célokat, nem vizsgálva azokat, amelyek nem kapcsolódnak az energetikához (pl. kulturális, szociális, védelmi célok).

1.1. Makrogazdasági célok:

Az energetikai jellegű támogatások a következő össznemzeti célok elérését segíthetik elő:

- külkereskedelmi mérleg egyensúlytalanságának csökkentése: ez olyan gazdaságban lehet cél, ahol az energiafelhasználás magas hányada származik importból, és jelentős a külkereskedelmi mérleg hiánya (mint hazánkban);
- munkahelyteremtés: a hazai forrásból származó energiahordozók (pl. biomassza) felhasználása – figyelembe véve ezek nagy élőmunka igényét – hozzájárulhat hazai munkahelyek létrehozásához;
- nemzetközi kötelezettségek teljesítése: ilyen kötelezettség a szennyezőanyag kibocsátás (széndioxid, kéndioxid, nitrogénoxid, freonok) korlátozására ill. a megújuló energiaforrások alkalmazására vállalt kötelezettség.

1.2. Hosszútávú célok

Vannak olyan hosszútávú érdekek, amelyek gazdasági szabályozókkal nem fordíthatók le a vállalkozók nyelvére, amelyek csak több évtized múlva hozzák meg gyümölcseiket. Ilyen pl. a hosszútávú kutatás-fejlesztési tevékenység (pl. úrkutatás, fúziós kutatás), de ide sorolható a nemzeti vagyon (természeti és épített környezet) megóvása is. Ez utóbbi kategóriában is találhatunk energetikához is kapcsolódó célokat: pl. az épületek energetikai felújítása jelentősen megnövelheti az épületvagyon várható élettartamát, míg annak elmaradása gyors elavulásra ítéli a meglevő épületállományt.

1.3. Külső költségek

Az energiatermelésnek vannak olyan költségvonzatai, amelyek nem a tevékenységet végzők pénztárcáját terhelik, nem az ő könyvelésükben jelentkeznek, de terhelik a társadalmat. Ezek alapvetően káros környezeti hatásokat (egészségkárosodás, korróziós károk, természetsokkenés, ökológiai és esztétikai károk) jelentenek, de jelentkezhetnek kármegelőzési költségként, pl. fokozottabb korrózióvédelem, növényvédelem költségként is.

A fogyasztás helyes orientálása érdekében a külső költségeket is valamilyen formában meg kell jeleníteni a termékek árában. Ennek két útja (vagy e kettő valamilyen kombinációja) járható. Az egyik a külső költségek megfizettetése a tevékenység végzőjével bírságok, környezetterhelési díjak stb. formájában. Ez a tapasztalatok szerint kevésbé vezet a környezeti károk csökkentéséhez, mint a másik lehetséges út, a környezeti szempontból kedvezőbb megoldások elterjedésének segítése az állami támogatások ösztönző hatásával.

2. Az energia-megtakarítás támogatásának gyakorlata

2.1. A hazai gyakorlat

Az energiaszektorban két formája létezik a támogatásnak: vagy átvételi, azaz az állam kötelezettséget vállal a termelt áram átvételére, vagy pénzügyi támogatást nyújt a beruházáshoz, mert az ilyen beruházások alapján nyert energia költsége, a hagyományos energiaátalakítási módokkal előállított villamos energia költségeinél lényegesen magasabb, viszont az adott technológia alkalmazásához más előny kapcsolódik. Az ily módon támogatott beruházások a befektető és az üzemeltető számára a beruházást gazdaságossá teszik, míg a többlet anyagi ráfordítást vagy az állampolgár adójából, vagy a villamosenergia-fogyasztók zsebéből fedezik.

A kötelező villamos energia átvétel szabályairól és az átvételi árakról évente megújított rendelet (jelenleg a 389/2007.(XII.23.) Korm. rendelet) gondoskodik. Kötelező átvétel alá a megújuló energiaforrásokból termelt és a kapcsoltan termelt villamosenergia esik. A rendszer fő jellemzője, hogy technológiánként, beépített teljesítményszint szerint és időzónánként differenciált átvételi árat állapítanak meg. A teljesítményszintenkénti differenciálás elég nagy mértékű. Ennek következtében esetenként gazdaságos a lehetségesnél kisebb kapacitás kiépítése, mert a fajlagosan növelt támogatás magasabb árbevételhez vezet. Az egy évre rögzített átvételi ár függetleníti a termelőt a villamosenergia piaci áringadozásaitól, ugyanakkor az átvételi ár változása az egyik évről a másikra kiszámíthatatlan. Ugyanígy az átvétel feltételei pl. az átlagos határfokhoz kötés (ami egyébként elvileg sem indokolható, és számos manipulációra ad lehetőséget) gyakori változása is kiszámíthatatlanná teszi a beruházásokat. Az elmúlt években jelentős módosulások következtek be az alkalmazott időzónák vonatkozásában is.

Az energiatakarékosságot célzó beruházási támogatásokat hazánkban pályázati rendszerben lehet elnyerni. Az elmúlt évek energiatakarékossági pályázatai (Hosszútávú Energiatakarékossági Program, KIOP, Panelprogram stb.) eddig mintegy 10 PJ/év (kb. 1%) energiaigény csökkenést eredményeztek.

2.2. Más EU országok gyakorlata

Az EU tagországok többségében – a hazai gyakorlathoz hasonlóan – általában a megújuló energiaforrásokból termelt villamosenergiát (az ún. zöldáramot) is és a kapcsolt energiatermelést is támogatják.

A skandináv országokban (Finnország, Svédország, Dánia) az energiamegtakarítási lehetőségek közül elsősorban a megújuló energiaforrások villamosenergia-és hőtermelési célú alkalmazását támogatják.

Svédország: Az áramfogyasztókat kötelezték arra, hogy az éves villamosenergia-fogyasztásuk arányában bizonyos mennyiségű zöldáram bizonylatot szerezzenek. Alkalmaznak egy ún. „környezeti bonusz” rendszert: szélenergia termelés után egy bizonyos összeg levonható az energiaadóból: Ennek értéke időben egyre csökken, majd néhány éven belül megszűnik. Állami beruházási támogatás a napenergia hasznosításra adnak, összege lakóházak esetén elérheti a beruházás 25%-át.

Finnország: Megújulókat hasznosítására adható támogatás általában a befektetés 30%-áig adható, szél- és naperőműveknél, valamint innovatív létesítményeknél elérheti a 40%-ot. Átvételi támogatás nincs.

Németországban és Ausztriában hasonló támogatási rendszereket alkalmaznak. A zöldáramra és kapcsoltan termelt villamosenergiára nincs kötelező átvétel, támogatást a piaci ár feletti felárként alkalmazzák, technológia szerint differenciáltan. A támogatás mértéke technológia és méret szerint differenciált és évről-évre egyre csökkenő mértékű, a csökkentés ütemét jó előre rögzítették. Ausztriában a támogatás összegében tartományonként eltérések lehetnek. Fontos eltérés a hazai gyakorlathoz képest, hogy a méret szerint nincsenek akkora ugrások, mint nálunk.

Általában jellemző a támogatásokra a hosszútávú kiszámíthatóság és az, hogy előre rögzített ütemben csökkenő értékűek.

3. Az energia-megtakarítási eljárásokkal elérhető primerenergia-megtakarítás és környezetszennyezés-csökkentés

3.1. A primerenergia-megtakarítás összefüggésrendszere

3.1.1. FOGYASZTÓI ENERGIATAKARÉKOSSÁG

A fogyasztóknál elért energiamegtakarítással elérhető primerenergia-felhasználás csökkentést

$$G_{\text{meg } Fi} = \frac{\Delta F_i}{\eta_{Fi}} = \Delta F_i g_{Fi} \quad (3.1)$$

$$G_{\text{meg } Fi} = \frac{\Delta F}{\eta_{Fi}} = \frac{N(\varepsilon_F - \varepsilon_{F \text{ jav}})}{\eta_{Fi}} \quad (3.2)$$

formában adhatjuk meg, ahol ΔF_i a végenergia-csökkenés, $\eta_{Fi} = F_i / G_i$ az érintett végenergia (F_i) előállításának hatásfoka a felhasznált primerenergiából, $g_{Fi} = 1 / \eta_{Fi}$ az érintett végenergia fajlagos primerenergia-felhasználása. A végenergia-megtakarítást kapcsolatba hozhatjuk a GDP értékével (N) és a végenergia-igényességgel ($\varepsilon_F = F / N$), amelynek technológiai javítása utáni értéke $\varepsilon_{F \text{ jav}}$.

3.1.2. HATÁSFOKJAVÍTÁS

Ha változatlan végenergia-felhasználás ($F=\text{áll.}$) esetén η -ról η_{jav} -ra növeljük az energiaellátás hatásfokát, akkor a primerenergia-felhasználás

$$G_{\text{meg } \Delta\eta} = F \left(\frac{1}{\eta} - \frac{1}{\eta_{\text{jav}}} \right) = F \Delta g \quad (3.3)$$

értékkel csökken, ahol a végenergia-előállítás hatásfokjavulásnak megfelelő fajlagos primerenergia-felhasználás csökkenése

$$\Delta g = \frac{1}{\eta} - \frac{1}{\eta_{\text{jav}}} \quad (3.4)$$

A fenti összefüggés értelemszerűen mind hőellátásban, mind pedig villamosenergia-ellátásban alkalmas az energiamegtakarítás értelmezésére.

3.1.3. KAPCSOLT ENERGIATERMELÉS, HŐSZIVATTYÚS HŐTERMELÉS

A kapcsolt energiatermeléssel elérhető primerenergia-megtakarítás a kapcsoltan termelt hasznos hővel (Q) arányos

$$G_{\text{meg}} = Q \left(\frac{1}{\eta_{\text{FM}}} + \frac{\sigma}{\eta_{\text{E}}} - \frac{1+\sigma}{\eta_{\text{m}}} \right) = Q \left[\frac{1}{\eta_{\text{FM}}} - \frac{1}{\eta_{\text{m}}} - \sigma \left(\frac{1}{\eta_{\text{E}}} - \frac{1}{\eta_{\text{m}}} \right) \right] \quad (3.5)$$

és a kapcsoltan termelt hasznos hőre vetített fajlagos primerenergia-megtakarítás

$$\Delta g = \frac{G_{\text{meg}}}{Q} = \frac{1}{\eta_{\text{FM}}} - \frac{1}{\eta_{\text{m}}} + \sigma \left(\frac{1}{\eta_{\text{E}}} - \frac{1}{\eta_{\text{m}}} \right). \quad (3.6)$$

Az elérhető megtakarítás értékeléséhez nem csak a kapcsolt energiatermelést megvalósító létesítmény jellemzőit (kapcsolt energiatermelés mennyiségi hatásfokát: $\eta_{\text{m}} = \frac{Q+E}{G}$ és kap-

csolt energiaarányát: $\sigma = \frac{E}{Q}$) kell ismernünk, hanem szükségünk van a nem kapcsoltan törté-

nő villamosenergia-termelés η_{E} és a közvetlen hőtermelés η_{FM} ismeretére is. Az egységes értékelés érdekében az Európai Unió irányelve referencia-hatásfokokat ad meg a számításba vehető hatásfok értékekre közvetlen (nem kapcsolt) villamosenergia- és hőtermelés és különböző alapenergia-hordozók esetére. (Q a kapcsoltan termelt hő, E pedig az ugyanabban a folyamatban megtermelt villamos energia.)

A hőszivattyús hőtermeléssel elérhető primerenergia-megtakarítás

$$G_{\text{meg}} = G_{\text{FM}} - G_{\text{HS}} = \frac{Q}{\eta_{\text{FM}}} - \frac{Q}{\varepsilon_{\text{f}} \eta_{\text{E}}} \quad (3.7)$$

és a fajlagos primerenergia-megtakarítás

$$\alpha = \frac{G_{\text{meg}}}{Q} = \frac{1}{\eta_{\text{FM}}} - \frac{1}{\varepsilon_{\text{f}} \eta_{\text{E}}}. \quad (3.8)$$

Az összefüggésekben a villamos hajtású hőszivattyú fűtési tényezője

$$\varepsilon_{\text{f}} = \frac{Q}{E} = \frac{Q}{\eta_{\text{E}} G}, \quad (3.9)$$

és a hőszivattyús hőtermelés fajlagos primerenergia-felhasználása

$$g_{\text{HS}} = \frac{G}{Q} = \frac{1}{\varepsilon_{\text{f}} \eta_{\text{E}}}. \quad (3.10)$$

Az egyöntetű értékelés érdekében itt is az Európai Unió irányelve szerinti referencia-hatásfokokat kell figyelembe venni.

3.1.4. A MEGÚJULÓ ENERGIÁK HASZNOSÍTÁSA

A megújuló energiaforrások hasznosítása esetén F végenergia-igényt U megújuló energiával lehet kielégíteni és ezzel G primerenergia-felhasználás (általánosságban földgáz felfelhasználás) váltható ki. E folyamat energiamérlege a következő formában írható fel:

$$U \cdot \eta_{\text{U}} = F = G \cdot \eta_{\text{G}} \quad (3.11)$$

a megújuló energiákkal kiváltható primerenergia (földgáz)

$$G_{\text{meg}} = F \cdot g_{\text{F}} = F \cdot \Delta g = \frac{U \cdot \eta_{\text{U}}}{\eta_{\text{F}}} \quad (3.12)$$

és fajlagosan

$$\gamma = G/U = \eta_U/\eta_G, \quad (3.13)$$

ha a végenergia (hő, villamos energia stb.) előállításának hatásfoka megújuló esetén η_U , a kiváltott primerenergia esetén η_G . A hatásfokok esetenként számottevő különbsége miatt *a felhasznált megújuló energiát nem a primerenergiák százalékos arányában, hanem a kiváltott primerenergiák (hazai viszonyok között elsősorban földgáz) mértékével kell értékelniünk!*

3.1.5. A KÜLÖNBÖZŐ ENERGIAMEGTAKARÍTÁSOK KÖZÖS NEVEZŐJE

A különböző energiamegtakarítási eljárások egységes gazdasági és környezeti értékelése az elért primerenergia-megtakarítás mellett lehetséges. A különböző eljárásokkal elérhető tényleges és fajlagos primerenergia-megtakarítások összefüggéseit az alábbi foglalja össze. Ezek lehetővé teszik az erőművi kapcsolt energiatermelés és hőszivattyús hőtermelés energiamegtakarításának összehasonlítását más energiatakarékosági eljárásokkal.

3–1. táblázat. Az energia-megtakarítással elérhető tényleges és fajlagos primerenergia-megtakarítás

| | A vonatkoztatás alapja | Primerenergia-megtakarítás, ΔG | Fajlagos primerenergia-megtakarítás, Δg |
|----------------------------------|------------------------|---|--|
| Végenergia-fogyasztás csökkenése | N | $\frac{\varepsilon_F - \varepsilon_{F \text{ jav}}}{\eta_F} N$ | $\frac{\varepsilon_F - \varepsilon_{F \text{ jav}}}{\eta_F}$ |
| Hatásfokjavítás | E vagy Q | $\left(\frac{1}{\eta} - \frac{1}{\eta_{\text{jav}}} \right) E$ (vagy Q) | $\frac{1}{\eta} - \frac{1}{\eta_{\text{jav}}}$ |
| Kapcsolt energiatermelés | Q | $Q \left[\frac{1}{\eta_{FM}} - \frac{1}{\eta_m} - \sigma \left(\frac{1}{\eta_E} - \frac{1}{\eta_m} \right) \right]$ | $\frac{1}{\eta_{FM}} - \frac{1}{\eta_m} - \sigma \left(\frac{1}{\eta_E} - \frac{1}{\eta_m} \right)$ |
| Hőszivattyús hőtermelés | Q | $\frac{Q}{\eta_{FM}} - \frac{Q}{\varepsilon_f \eta_E}$ | $\frac{1}{\eta_{FM}} - \frac{1}{\varepsilon_f \eta_E}$ |
| Megújuló energiák hasznosítása | U | $\frac{\eta_U U}{\eta_F}$ | $\frac{\eta_U}{\eta_F}$ |

Az energiamegtakarítás mellett, a gazdasági és a környezeti értékeléshez hasonló összefüggésekkel határozhatjuk meg a primerenergia-költség és a szennyezőanyag-kibocsátás csökkenését.

3.2. Az energia-megtakarítással elérhető kibocsátás-csökkenés

A kibocsátás-csökkenés értékelésének eljárása az alkalmazott energiamegtakarítás módjától függően eltérő lehet.

3.2.1. FOGYASZTÓI ENERGIATAKARÉKOSSÁG

Végenergia-csökkentés esetén általában megjelölhető a csökkenthető energiahordozó formája (primerenergia, átalakított termék, hő- vagy villamos energia), amelyhez hozzárendelhető a megtakarított alapenergiahordozó és az átalakítási vagy felhasználási technika. Ezek ismeretében szennyezőanyag fajtánként meghatározható a kibocsátás (emisszió) csökkenése:

$$\Delta E_j = f_{i,j} \cdot \frac{\Delta F_i}{\eta_{F,i}}, \quad (3.14)$$

ahol $f_{i,j}$ ebben a technológiában az j -edik légszennyező anyag fajlagos kibocsátási tényezője.

3.2.2. HATÁSFOKJAVÍTÁS

Ha az alapenergia-megtakarítást hatásfokjavítással érjük el, a kibocsátás-csökkenés az adott technológia fajlagos kibocsátásából és az elérhető alapenergia-megtakarításból számolható:

$$\Delta E_j = f_j \cdot F \left(\frac{1}{\eta} - \frac{1}{\eta_{jav}} \right). \quad (3.15)$$

Esetenként a hatásfokjavítás olyan technológiaváltással jár együtt, aminek következtében a fajlagos kibocsátás is változhat. Ilyen esetben a kibocsátás-csökkenés:

$$\Delta E_j = F \cdot \left(\frac{f_j}{\eta} - \frac{f_{j,jav}}{\eta_{jav}} \right), \quad (3.16)$$

ahol az $f_{j,jav}$ az új technológia fajlagos kibocsátási tényezője a j -edik szennyezőanyagra.

Fontos megjegyezni, hogy egyes szennyezőanyagok esetén a fajlagos kibocsátás technológiánként lényegesen eltérő is lehet, esetenként a jobb hatásfok nagyobb fajlagos szennyezőanyag keletkezéssel jár és eredőben a szennyezőanyag kibocsátás nem csökken, hanem nő. Ez elsősorban nitrogénoxid kibocsátás esetében fordulhat elő.

3.2.3. KAPCSOLT ENERGIATERMELÉS, HŐSZIVATTYÚS HŐTERMELÉS

A legösszetettebb helyzet a kapcsolt energiatermelés esete, amelyben egy technológiával két másik technológiát váltunk ki. Erre az esetre az alkalmazott kapcsolt energiatermelés és a kiváltott egyedi eljárások energetikai mutatóinak ismeretében a 3.1.3. szakasz szerint felírható az elérhető alapenergiahordozó megtakarítás.

Legegyszerűbb eset, amikor mindhárom technológia esetén azonos fajlagos kibocsátással lehet számolni. Erre a leggyakoribb példa az, amikor mind a kapcsolt termelés, mind a két kiváltott technológia azonos tüzelőanyagot használ (pl. földgázt) és olyan szennyezőanyagot vizsgálunk, amelynek fajlagos kibocsátási tényezője nem technológiafüggő (pl. széndioxidot). A fajlagos szennyezőanyag keletkezés földgáz tüzelés esetén széndioxidra tüzelési módtól függetlenül:

$$f_{CO_2,gáz} = 56 \pm 1 \text{ g/MJ}. \quad (3.17)$$

Ezzel a kapcsolt energiatermeléssel elérhető széndioxid kibocsátás:

$$\Delta E_{CO_2} = f_{CO_2} \cdot G_{meg} = f_{CO_2} \cdot Q \cdot \left[\frac{1}{\eta_{FM}} - \frac{1}{\eta_m} - \sigma \left(\frac{1}{\eta_E} - \frac{1}{\eta_m} \right) \right]. \quad (3.18)$$

Ebben az esetben a tüzelőanyag-megtakarítás arányos mértékű kibocsátás-csökkenéssel jár.

Más szennyezőanyagoknál – így pl. nitrogénoxid esetén – vagy eltérő tüzelőanyagok esetén a fajlagos kibocsátás a technológiáknál más és más lehet, ezért minden felhasználási módhoz a saját fajlagos kibocsátási értékét kell hozzárendelni. Ekkor az i -edik szennyezőanyag kibocsátás csökkenése:

$$\Delta E_j = Q \cdot \left[\frac{f_{j,FM}}{\eta_{FM}} - \frac{f_{j,m}}{\eta_m} + \sigma \cdot \left(\frac{f_{j,E}}{\eta_E} - \frac{f_{j,m}}{\eta_m} \right) \right]. \quad (3.19)$$

Hasonló gondolatmenettel juthatunk el a hőszivattyús hőellátással elérhető kibocsátás-csökkentés összefüggéséhez is:

$$\Delta E_j = E_{\text{FM},j} - E_{\text{HS},j} = \frac{Q \cdot f_{j,\text{FM}}}{\eta_{\text{FM}}} - \frac{Q \cdot f_{j,E}}{\varepsilon_f \eta_E}. \quad (3.20)$$

Mindkét esetben többlet nehézség a primerenergia-megtakarítás értékeléséhez képest, hogy nem elegendő a kiváltott – többnyire nem konkretizálható – ill. helyettesítő energiatermelési módokra egységesített referencia hatásokok alkalmazása, hanem a fajlagos kibocsátásra vonatkozó értékekre is valamilyen feltételezéssel kell élnünk. Egyéb támpont híján a technológiai kibocsátási határértékeket lehet alapul venni.

3.2.4. A MEGÚJULÓ ENERGIÁK HASZNOSÍTÁSA

A megújuló energiaforrások alkalmazásával elérhető szennyezőanyag kibocsátás a

$$\Delta E_j = U \cdot \left(\frac{f_{j,F} \cdot \eta_U}{\eta_F} - f_{j,U} \right) \quad (3.21)$$

összefüggéssel lehet meghatározni, ahol $f_{j,U}$ a megújuló energiaforrások alkalmazásakor fel lépő fajlagos szennyezőanyag kibocsátás, $f_{j,F}$ pedig a kiváltott energiaellátás fajlagos szennyezőanyag kibocsátása.

A tényleges széndioxid megtakarítás azonban ennél lényegesen kisebb lehet. Ez elsősorban a szél erőművek és biomassza tüzelésű erőművek rovására írható. A szél erőművek rapszodikus termelésének kivédése érdekében a villamosenergia-rendszerben nagyobb tartalékot kell tartani és ez elsősorban az éjszakai alacsony terhelésű időszakokban eredményez jelentős többlet széndioxid kibocsátást a fosszilis tüzelésű erőművekben. A gyors és jelentős mértékű terhelésváltozások a hagyományos erőművekben megnövelik az instacioner üzemi állapotok gyakoriságát, ami rontja évi átlagos hatásfokukat és szintén növeli a széndioxid kibocsátást.

A biomassza tüzelésű erőműveket valójában nem lehet nulla kibocsátónak tekinteni. A meglevő erdők tüzelésekor ez a gondolat fel sem merülhet, sőt hatása annyiban is káros, amennyiben ez fotoszintézis kapacitást csökkenti. Energiaültetvények esetében sem állja meg a helyét az a teória, hogy amit kibocsátottunk, azt előzőleg a légkörből többletként megkötötte a megtermelt biomassza, mert többlet légköri megkötésként csak a termelt biomassza és a termelése nélküli esetben az azonos területen termő természetes vegetáció közötti széndioxid-megkötés különbsége vehető figyelembe. A változás feltehetően pozitív (van többlet megkötés), de ez közel sem akkora, mint amekkorának feltételezni szokás.

4. Az energiamegtakarítási módszerek gazdasági elemzése

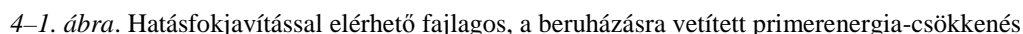
4.1. A beruházással elérhető energiamegtakarítás

A különböző primerenergia-megtakarításokat gazdaságilag egységesen értékelhetjük, ha az elért évi primerenergia-csökkenést (ΔC_{meg}) a beruházási költségráfordításra (ΔB) vetítjük

$$\delta_{\text{meg}} = \frac{\Delta C_{\text{meg}}}{\Delta B} = \frac{\tau}{\Delta b} \Delta g, \quad (4.1)$$

ahol τ az évi kihasználási időtartam, Δb a fajlagos beruházási többletköltség-ráfordítás.

A beruházási költségráfordításra eső primerenergia-csökkenést a 4-1. ábra mutatja, feltüntetve néhány konkrét erőmű- és épületenergetikai példát. Az ábrán a határgazdaságosságot 75 GJ/MFt fajlagos megtakarítás jelenti.



A primerenergia-csökkentésre kedvező és nagy lehetőséget nyújt egy 36% hatásfokú szénhidrogén gőzerőművek korszerűsítése 58% hatásfokú gáz/gőzerőműre. Ez a hatásfokjavítás – 150 000 Ft/kW többlet beruházási költség és 6000 h/év kihasználási időtartam esetén – több mint 140 GJ/MFt fajlagos primerenergia-megtakarítást eredményez (CH). Egy szénerőmű hatásfokának javítása 28%-ról 44%-ra több mint 90 GJ/MFt fajlagos megtakarítást eredményez, ha a kihasználási időtartam 8000 h/a és a korszerűsítés 400 000 Ft/kW többletköltséget igényel.

Az energiamegtakarítás egyúttal költségmegtakarítást is jelent, az energiamegtakarításhoz vezető út azonban általában (többlet) beruházási költséggel jár. Továbbiakban áttekintjük, hogy ez a többlet beruházási költség milyen feltételek mellett térül meg a költségmegtakarításból. Ilyen esetben ugyanis energiamegtakarítás nem igényel pénzügyi támogatást. Ez természetesen nem zárja ki, hogy a társadalmi szintű előnyökből (pl. környezetszennyezés csökkentés) támogatás formájában részesüljön a végrehajtó gazdálkodó szervezet és ezzel többlet haszonra tegyen szert.

$$\Delta C_G = \Delta G p_G = \dot{Q} \Delta g \tau p_G, \quad (4.2)$$

ahol \dot{Q} az ellátandó teljesítmény, τ az évi kihasználási időtartam és a hatásfokjavítás okozta fajlagos primerenergia-felhasználás csökkenés

$$\Delta g = \frac{1}{\eta_o} - \frac{1}{\eta_n} . \quad (4.3)$$

Ugyanakkor az energiamegtakarítás

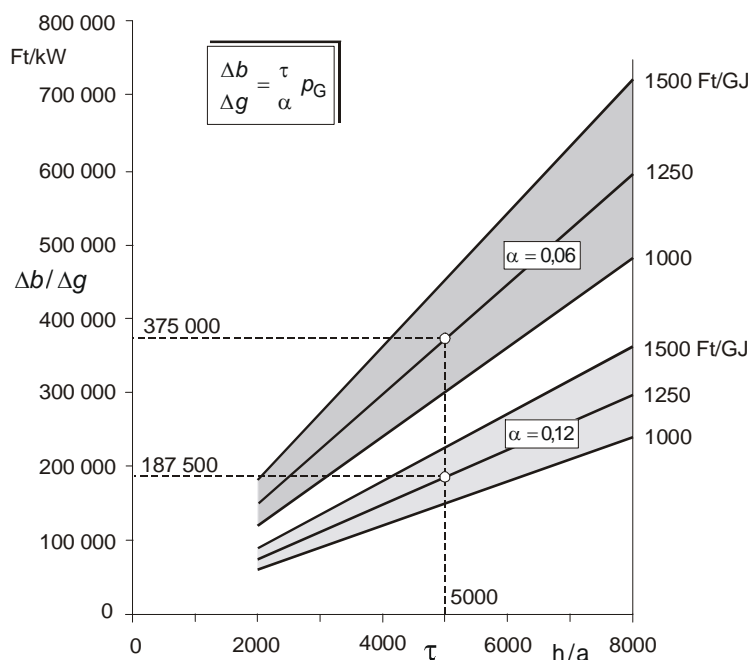
$$\Delta B = \dot{Q} \Delta b \quad (4.4)$$

beruházási költségtöbbletet igényel, ahol Δb a fajlagos beruházási költségtöbblet.

A megtakarításra vetített beruházási költségtöbblet megengedett értéke, ha statikus gazdasági környezetben a beruházási költségek évi költségterhét α annuitási tényezővel számítjuk

$$\frac{\Delta B}{\Delta \dot{G}} = \frac{\Delta b}{\Delta g} \leq \frac{\tau}{\alpha} p_G . \quad (4.5)$$

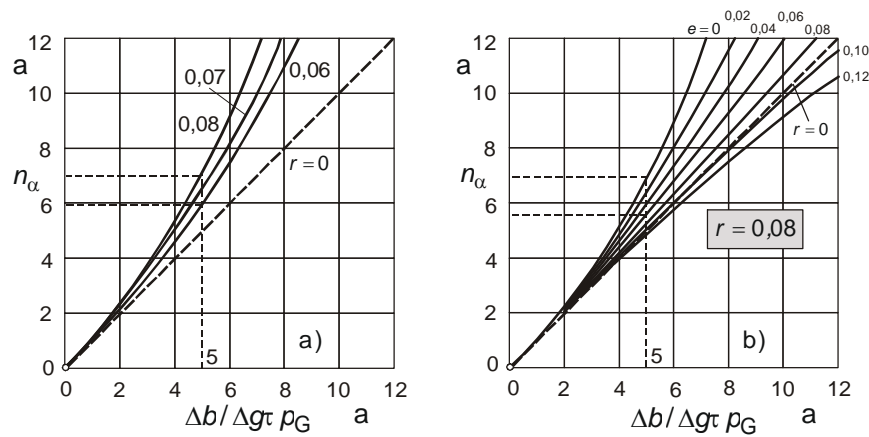
Megengedett fajlagos beruházási költségtöbbletet a 4-2. ábra szemlélteti.



4-2. ábra. Az energiamegtakarítás érdekében megengedett fajlagos beruházási költségtöbblet statikus gazdasági környezetben

Például $\tau = 5000$ h/a évi kihasználási időtartam és $p_G = 1250$ Ft/GJ hőár esetén $\alpha = 0,06$ annuitási tényező mellett $\Delta b / \Delta g = 375\,000$ Ft/kW, $\alpha = 0,12$ annuitási tényező mellett $\Delta b / \Delta g = 187\,500$ Ft/kW fajlagos beruházási költségtöbblet engedhető meg. Ha a korszerűsítés során a hatásfok 0,36-ról 0,56-ra nő, azaz $\Delta g = (1/0,36) - (1/0,56) = 0,992$, akkor a vizsgált korszerűsítés a teljesítményegységre vetítve $\Delta b = 0,992 \cdot 375\,000 = 372\,000$ Ft/kW, illetve $\Delta b = 0,992 \cdot 187\,500 = 186\,000$ Ft/kW költségtöbbletet visel el.

Ha figyelembe vesszük a pénz időértékét, azaz *dinamikus környezetben* az energiamegtakarítás gazdaságosságát az évi költségmegtakarításra eső beruházási költségtöbblet $(\Delta b / \Delta g \tau p_G)$ függvényében keressük az n_α megtérülési időt. Az n_α meghatározását a 4-3. ábra szemlélteti két változatban.



4–3. ábra. Az energiamegtakarítás megtérülési ideje dinamikus gazdasági környezetben kamat (a), illetve kamat és energiadrágulás (b) figyelembevételével

Az a) esetben csak különböző évi kamatlábakat (r) veszünk figyelembe, ekkor a megtérülési idő meghatározása

$$n_{\alpha} = \frac{\lg \left(1 - \frac{\Delta b}{\Delta g \tau p_G} r \right)}{\lg \frac{1}{1+r}}. \quad (4.6)$$

A b) esetben az r évi kamatláb mellett számolunk évi energiaár-növekedéssel (e) is, ekkor a megtérülési idő értéke

$$n_{\alpha} = \frac{\lg \left(1 - \frac{\Delta b}{\Delta g \tau p_G} (r - e) \right)}{\lg \frac{1+e}{1+r}}. \quad (4.7)$$

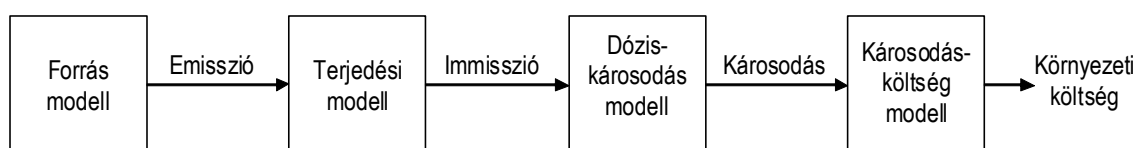
Nagy kihasználás és drága primerenergia esetén az energiamegtakarítások nagy beruházási költség-többletet engednek meg, illetve rövid megtérülési időt eredményeznek. Az energiamegtakarítás tehát üzlet! Ezt az üzletet nem szükséges támogatni, ha a támogatások (nagyság, kapcsolt energiatermelés, megújuló energiák hasznosítása szerint) megkülönböztetéseket jelentenek az egyes megtakarítások vonatkozásában

További anyagi előny származik az energiamegtakarítási intézkedésekből azoknál a jelentős kibocsátóknál, amelyek az európai széndioxid kibocsátási jog kereskedési rendszerben (EU ETS) Nemzeti Kiosztási Terv hatálya alá tartozó létesítmények. Az energiamegtakarítási intézkedésekből származó széndioxid emisszió csökkenés eladható kibocsátási kvótát eredményez, amelynek eladása a jelenlegi árviszonyok mellett 20-25 EUR/t többlet árbevételt eredményez. (Már a 2005-ös és 2006-os évben is igen jelentős eladható kvótája maradt az időközben – teljesen vagy részlegesen – biomassza tüzelésre átváltt erőművekben.) Az ilyen létesítmények esetében már *nem szükséges további támogatást nyújtani* a széndioxid emisszió csökkentésének elismerésére.

5. A primerenergia-megtakarítással elérhető környezetszennyezés-csökkentés értéke

5.1. Külső (környezeti) költség

Ahhoz, hogy értékelni tudjuk a primerenergia-megtakarás jelentette környezetszennyezés-csökkenést, először magához a környezetet érő szennyezéshez (röviden: környezetterhelés-hez) kell értéket rendelnünk. Ezt a hozzárendelt értéket környezetgazdasági és energetikai szakirodalom külső vagy externális, ill. környezeti költségnek nevezi. Az energiaátalakítási technológiák vizsgálata során a legjelentősebb környezeti terhelés a levegőkörnyezetet éri, majd ez közvetíti a szennyezést a természetes és mesterséges környezet felé. A környezeti költségek meghatározása is e gondolatmenet logikája szerint épül fel.



5–1. ábra. A környezeti költségek meghatározásának részmodelljei

A levegőkörnyezeti hatásvizsgálat maga is több részfolyamatra bontható – ahogy azt a 5–1. ábra mutatja –, melyeket modellekkel írunk le. A részmodellek a következők:

Szennyezőanyag kibocsátási modell, mely megmutatja, hogy a felhasznált energiahordozóból az alkalmazott energetikai és környezetvédelmi technológia mellett mennyi szennyezőanyag kerül a környezetbe. A forrás modell matematikai eszközökkel

$$Q_i = \sum_j (1 - \varphi_{i,j}) \varepsilon_{i,j} \dot{E}_j \quad (5.1)$$

formában írható fel, ahol Q_i az i -edik szennyezőanyagból kibocsátott mennyiség (*emisszió*), \dot{E}_j a j -edik energiahordozó által reprezentált energiaáram, $\varphi_{i,j}$ az alkalmazott technológiától függő leválasztási fok, míg $\varepsilon_{i,j}$ a fajlagos szennyezőanyag képződési mutató energiahordozó–szennyezőanyag páronként..

Terjedési modell, mely a szennyezőanyagok légköri *transzmisszióját* írja le. Bemenete a kibocsátott szennyezőanyag mennyisége és minősége, paraméterei technológiai, geometriai, környezeti és egyéb, esetenként nem is számszerűsíthető jellemzők, eredménye pedig a szennyezőanyag térbeli és időbeli eloszlása (*immisszió*). Formálisan a

$$c_i(x, y, z, t) = \sum_k T_{k,i}(Q_{i,k}) + c_{i,b} \quad (5.2)$$

alakban írható fel, ahol $c_i(x, y, z, t)$ az i -edik szennyezőanyag koncentrációja az (x, y, z) koordinátájú pontban a t -edik időpillanatban, $T_{k,i}$ a k -adik forrásból kibocsátott i -edik szennyezőanyagra vonatkozó *transzmissziós függvény*, $c_{i,b}$ az i -edik szennyezőanyag nagyobb léptékű és/vagy a vizsgált forrástól független lokális légszennyezési folyamatokból származó ún. *háttér-koncentrációja*..

Dózis-károsodás modell, mely a szennyezőanyag és a vizsgált környezeti elem közötti kölcsönhatás eredményeképpen jelentkező változásokat (az esetek többségében károsodásokat) adja meg. A bekövetkező változások függnek a szennyezőanyag koncentrációjától, a behatás idejétől, valamint a környezeti elem sajátosságaitól. A változások leírása környezeti elemen-

ként változó: pl. mezőgazdasági haszonnövények termés hozamának, épületek szerkezeti integritásának, egyes megbetegedések előfordulási gyakoriságának, akut és krónikus megbetegedések miatti halálozások számának változása. A dózis-károsodás függvény bemenete a környezeti elemet érő terhelés, azaz a *dózis*. A dózis nem más, mint a koncentráció időbeli integrálja, vagyis

$$d_i(x, y, z) = \int_0^{\tau} c_i(x, y, z, t) dt, \quad (5.3)$$

ahol $d_i(x, y, z)$ az i -edik szennyezőanyag dózisa az (x, y, z) pontban a vizsgált τ időtartam alatt. A szennyezőanyag károsító hatását elvileg már a dózis meghatározásakor – a fenti lineáris dózisfüggvénytől eltérő számítási módszerrel – is figyelembe lehetne venni, azonban a környezeti elemek egyedi sajátosságainak leírására a károsodási függvényt választottam. A károsodás mértékét matematikai eszközökkel a

$$D_m(x, y, z) = \sum_i R_{m,i} [d_i(x, y, z)] \quad (5.4)$$

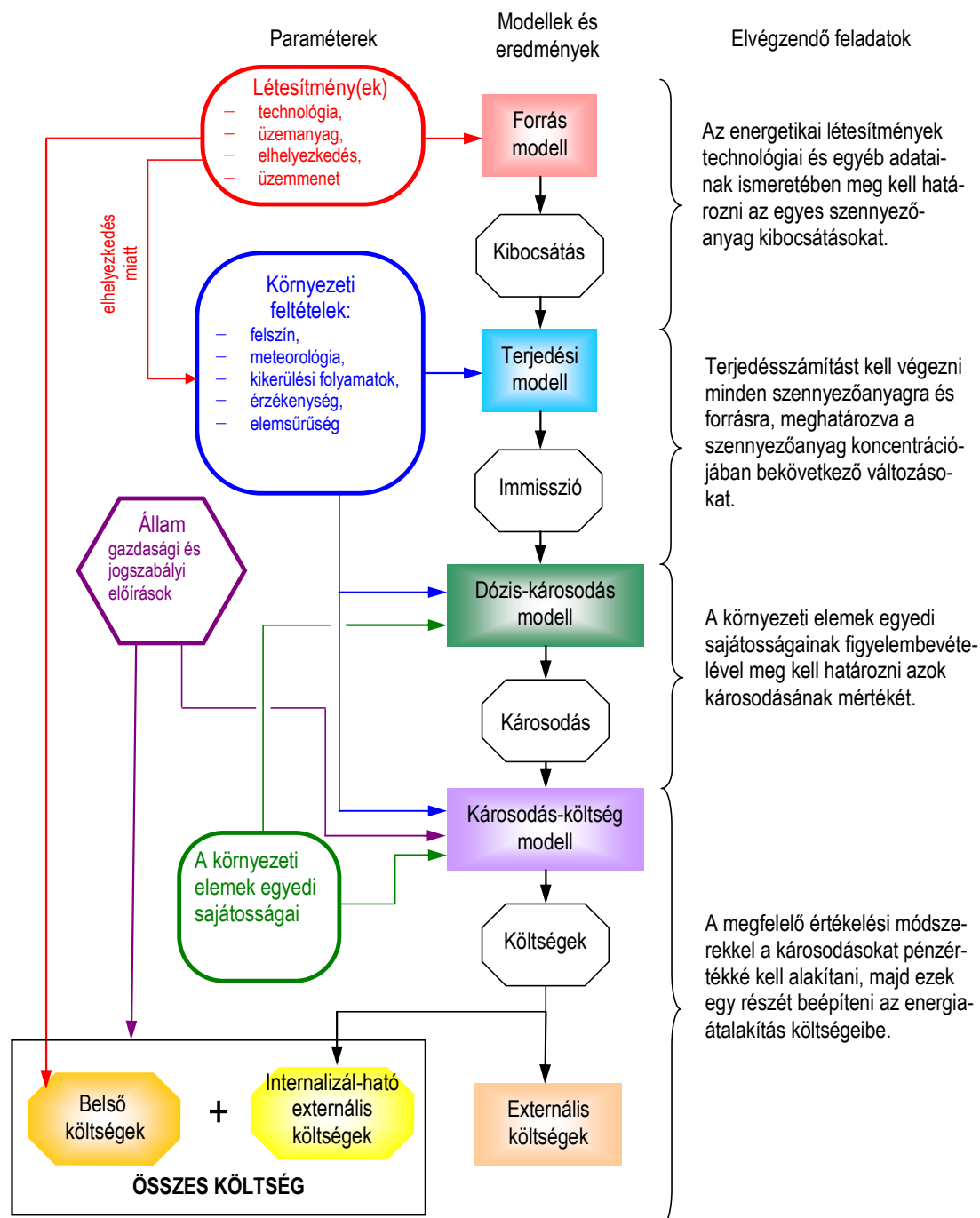
egyenlettel tehetjük kiszámíthatóvá, ahol $D_m(x, y, z)$ az (x, y, z) helyen lévő m típusú környezeti elembe bekövetkező összes károsodás, $R_{m,i}$ az m típusú környezeti elem dózis-károsodás függvénye az i -edik szennyezőanyaggal való kölcsönhatásra.

Károsodás-költség modell, mely az egyes környezeti elemekben bekövetkező károsodásokat egységesen az összehasonlítható és összegezhető pénzürtékben fejezi ki. A modell bemenete a környezeti elemekben bekövetkező károsodás nagysága, kimenete pedig ennek pénzürtéke. A károsodás miatti költségeket az összes környezeti elemre kiterjedően, a vizsgált létesítmény(ek) teljes hatásterületén kell összegeznünk. Ennek megfelelően a teljes környezeti költség

$$C_E = \sum_m \left[C_{D,m} \cdot \int_A \rho_m(x, y, z) \cdot D_m(x, y, z) dA \right] \quad (5.5)$$

formában írható fel, ahol $C_{D,m}$ az m típusú környezeti elembe bekövetkező kár fajlagos költsége, míg $\rho_m(x, y, z)$ a sűrűségfüggvénye. Mint látható, a környezeti hatásvizsgálat egy többlépcsős folyamat, ahol a részfolyamatok (modellek) be- és kimenetei igen sok paramétertől függenek, ahogyan azt a 5–2. ábra szemlélteti. Az ábrán feltüntettük a 5–1. ábrán szereplő részmodellek mellett azokat a külső paramétereket és folyamatokat, melyeket a vizsgálat során figyelembe vettünk.

A felsorolt modellek, az azokat leíró alapegyenletek látszatra igen egyszerűnek tűnnek, azonban e felszín mögött igen összetett és bizonytalansággal terhelt összefüggéshalmazok állnak. A felsoroltak közül a legkevésbé megbízhatónak a dózis-károsodás modell tekinthető, ezt követi a terjedési modell. Ennek oka egyrészt az eredményeket meghatározó tényezők nagy számában és azok többé-kevésbé „pontos” értékében, másrészt a leírandó kölcsönhatások és folyamatok bonyolultságában található. A forrás és a károsodás-költség modellek megbízhatósága jónak mondható, mivel ezek nagyszámú mérési és megfigyelési adat statisztikai feldolgozásán alapulnak és az eredményeket befolyásoló tényezők száma is kisebb, mint az előzőleg említett két modell esetében. Mindezek okán a kapott végeredmények (külső költségek) csak egyfajta becslésnek tekinthetők, melyek bizonytalansága az alkalmazott modellek és felhasznált adatok pontosságának és megbízhatóságának növelésével csökkenthető.



5–2. ábra. A külső költségek meghatározásán alapuló tervezés folyamata

5.2. Részmodellek

5.2.1. FORRÁS MODELL

A terjedésszámítás szempontjából a forrás modellnek két alapvető fontosságú paramétert kell szolgáltatnia. Az egyik a kibocsátott szennyezőanyag mennyisége, a másik pedig a forrás effektív magassága. A kibocsátott szennyezőanyag mennyiségének meghatározási módszere attól függően, hogy üzemelő vagy tervezett létesítményről van eltérő módszerrel történik. Már meglévő létesítmény esetén a legkézenfekvőbb módszer a mérés útján történő emisszió meghatározás, mivel ezt a hatályos jogszabályok is előírják.

A forrás modellben a pillanatnyi szennyezőanyag kibocsátás az i -edik szennyezőanyagból

$$Q_i(t) = \sum_{j=1}^p (1 - \varphi_{i,j}) \varepsilon_{i,j} \dot{E}_j(t), \quad (5.6)$$

ahol p a felhasznált energiahordozók száma. A kibocsátás meghatározáshoz ismernünk kell

- a felhasznált energiahordozó pillanatnyi energiaáramát: $\dot{E}_j(t)$,
- a j -edik energiahordozóból felszabaduló/keletkező i -edik szennyezőanyag fajlagos mennyiségét ($\varepsilon_{i,j}$), valamint
- az energetikai és az ahhoz – esetlegesen – kapcsolódó környezetvédelmi (leválasztó) berendezésre jellemző fajlagos leválasztási tényezőt ($\varphi_{i,j}$).

A felhasznált energiahordozó energiaáramát a berendezés hatásfoka és hasznos teljesítménye ismeretében határozhatjuk meg, figyelemmel arra, hogy a hatásfok az esetek többségében a teljesítmény függvénye, azaz

$$\dot{E}(t) = \frac{P(t)}{\eta(P)}. \quad (5.7)$$

Egyes esetekben a keletkezés és leválasztási tényezőket nem lehet ilyen egyszerű módon szétválasztva kezelni, hiszen egyes technológiák esetében már tüzelés közben is végbemegy bizonyos természetes leválasztódás. Ebben az esetben az ε tényező értéke ezt a részfolyamatot is magában foglalja.

5.2.2. TERJEDÉSI MODELL

Kutatási munkánk során egyik fontos célkitűzésünk volt egy olyan terjedésszámítási összefüggés (transzmissziós függvény) kidolgozása, mely megfelelő pontossággal, korszerű számítási kifejezésekkel írja le a szennyezőanyagok légköri terjedését. Mindezek mellett megfelelő szinten kezeli azok légkörből való kikerülési folyamatait. Ezen igényeknek és elvárásoknak megfelelő függvény

$$T : c(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z\bar{u}} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} \left\{ e^{-\frac{\left[H_p(x) - \frac{v_g x}{\bar{u}} - z\right]^2}{2\sigma_z^2}} + \rho_d e^{-\frac{\left[H_p(x) - \frac{v_g x}{\bar{u}} + z\right]^2}{2\sigma_z^2}} \right\} e^{-\frac{\Lambda \cdot x}{\bar{u}}} q(x)$$

alakban írható fel, ahol x , a szélirányba, y a szélirányra merőleges, míg z a függőlegesen vett távolság, σ_y, σ_z a vízszintes és függőleges szóródási együttható, \bar{u} az átlagos szélesség a forrás magasságában, $H_p(x)$ a füstfáklya középvonalának magassága, v_g a szennyezőanyag gravitációs süllyedési sebessége, ρ_d az ún. tükrözési tényező, Λ a nedves kimosódást jellemző állandó, míg $q(x)$ a forráserősség korrekciós függvénye, mely a kikerülési folyamatokat veszi figyelembe.

A modell működőképességéről és helyességéről képet kaphatunk, ha azt mérési eredményekkel hasonlítjuk össze. A légszennyezés-terjedési modellek harmonizációjával foglalkozó szervezet (Initiative on „Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes”, honlap: <http://www.harmon.org>) felhívására az 1993. évben kidolgozásra került egy, a modellek validációjára szolgáló csomag (*Model Validation Kit*). A

kidolgozott terjedési összefüggést több mérési eredménnyel is összehasonlítottuk. A részletekbe menő ismertetés nélkül az eredmények (a mért és számított koncentrációkra vonatkozó korrelációs együtthatók) a következők: Koppenhága kísérlet: 0,9592; Kincaid kísérlet: 0,9632; Lillestrøm kísérlet: 0,6929. Az eredmények tehát igazolják a modell helyességét.

5.2.3. HATÁS MODELL

A károsodás modell használatához a szennyezőanyag károsító hatására jellemző mennyiségre (ez a dózis), valamint a környezeti elemekben valószínűsíthető károk leírására szolgáló mennyiségekre van szükség (a dózis-kár függvény paraméterei). Logikailag ebbe a gondolati láncolatba illeszkedik annak a kérdésnek a megválaszolása, hogy meddig terjed egy forrás felelősségi területe, ahol még valószínűsíthető károsodások azaz a felelősségi terület – amit a jogszabály hatásterületnek nevez – határainak kijelölése. A környezeti elemekben jelentkező kár nagysága a hatás erősségétől (intenzitás) és annak időtartamától (expozíció), valamint a környezeti elem érzékenységétől függ. Az intenzitás és az expozíció felhasználásával képezhető a behatásra ténylegesen jellemző mennyiség, az (5.3) egyenlet szerinti lineáris dózis.

A környezeti elemekben bekövetkező károk igen sokfélék lehetnek, ezért célszerű azokat megfelelő csoportosításban kezelni. E csoportosítás a következőkben is hasznos eszköz, mivel az egyes kár csoportokhoz esetenként eltérő típusú károsodási függvényeket rendelünk hozzá.

I. humán-egészségügyi károk:

- A. betegségek kialakulásának nagyobb mértéke, gyakoriságuk növekedése,
- B. környezeti hatásokból származó sérülések, halálesetek stb.,
- C. rossz közérzet/egészségi állapot miatti munkaidő kiesés

II. ökológiai károk:

- A. a természetes ökoszisztéma szerkezetének és funkciójának megváltozása,
- B. természetes növényzet pusztulása,
- C. mezőgazdasági kár: haszonnövények termés hozamának változása;

III. épített (mesterséges) környezet károsodása:

- A. anyag veszteség,
- B. szerkezeti hiba,
- C. kulturális értékek károsodása.

A D károsodás (*damage*) meghatározására – melynek megjelenése igen változatos: betegség előfordulási gyakoriságának változása, természetlag mennyiségének relatív változása, a halálesetek számának növekedése stb. – az R károsodási függvény szolgál:

$$R : D \mapsto f_R(d). \quad (5.8)$$

A károsodás függvényeszerű leírására a probit függvény

$$D = D_0 \text{probit}(d) = D_0 \left\{ 1 - \text{erf} \left[\sqrt{\pi} \gamma_{\text{DR}} \left(1 - \frac{d}{d_{\text{lin}}} \right) \right] \right\}. \quad (5.9)$$

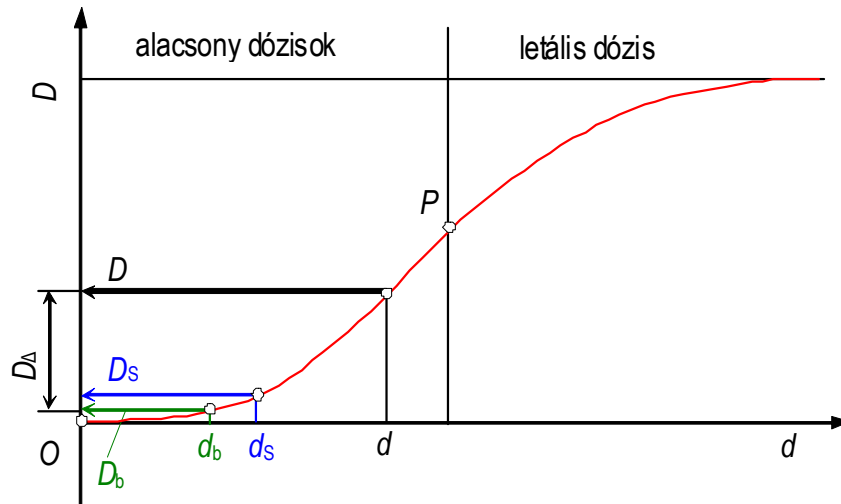
az egyik megfelelő választás, ahol Ezekben az összefüggésekben $\gamma_{\text{DR}} = \frac{D(d_{\text{lin}})}{d_{\text{lin}}}$ a dózis-hatás

függvény linearizálható részének meredeksége (slope), d_{lin} az a dózisérték, ameddig a linearizálás alkalmazható, valamint D_0 a megfelelő mértékegység előállításához szükséges állandó. Az alapterhelésből és vizsgált forrásból származó szennyezőanyagok okozta hatások

megfelelő kezelésének érdekében bevezettük a növekmény-károsodás D_Δ (incremental damage) mennyiségét (lásd 5-3. ábra), melyet a

$$D_{\Delta,m} = \sum_i R_{m,i}(d_i) - \sum_i R_{m,i}(d_{i,b}) \quad (5.10)$$

egyenlettel definiáltunk, ahol $R_{m,i}$ az m típusú környezeti elem károsodási függvénye az i -edik szennyezőanyagra nézve. A továbbiakban a környezeti költségek meghatározásának alapjául e mennyiség szolgál. A károsodás ilyen módon való kezelése figyelembe veszi, hogy az a vizsgált forrásból származó kibocsátás és az alap légszennyezettség együttes hatására jön létre, ugyanakkor figyelembe veszi azt is, hogy nem a teljes károsodás írható a kibocsátó számlájára.



5-3. ábra. Károsodások közötti kapcsolat

5.2.4. ÉRTÉK (KÖLTSÉG) MODELL

A környezeti elemekben bekövetkező károk költsége attól függ, hogy

- mekkora az egyes elemek károsodásának mértéke,
- hány elemet érintett az adott mértékű kár,
- mekkora a bekövetkezett károsodás fajlagos költsége.

A károsodás mérték az előző fejezetben bevezetett növekmény károsodás jellemzi. Az érintett elemek számát a hatásterület nagysága (A_{Fol}) és az adott típusú elemek hatásterületen belüli eloszlása, azaz a sűrűségfüggvénye $[\rho_m(x_E, y_E, 0)]$ együttesen adja meg. Ennek megfelelően a hatásterülethez rendelt összes éves környezeti költség

$$C_E = \sum_m C_{D,m} \cdot \sum_i \left[\int_{A_{\text{Fol}}} \rho_m(x_E, y_E, 0) \cdot D_{\Delta,m,i}(x_E, y_E, 0) dA \right] \quad (5.11)$$

módon számítható ki, ahol $C_{D,m}$ az m típusú környezeti elemekben, bekövetkező károsodás fajlagos költsége. Problémát okozhat a sűrűségfüggvény értékének meghatározása, mivel ez egyes környezeti elemek esetében időszakos változásokat mutat: a népsűrűség egy üdülőövezetben, a mezőgazdasági művelés alatt álló területek nagysága stb.. A bizonytalanságok csak aprólékos és pontos adatgyűjtéssel csökkenthetők, ami viszont meglehetősen költséges feladat, így a felhasználóra marad e paraméter értékének körültekintő megválasztása.

Mindezek alapján megállapíthatjuk, hogy amennyiben a felhasznált primer energiahordozó mennyiségét csökkenteni lehet, úgy csökkenés jelentkezik a kibocsátott szennyezőanyag mennyiségében, ami az előzőekben ismertetett láncolaton keresztül csökkenést eredményez a környezeti károkban. A környezeti károkban bekövetkező csökkenés mértéke alapul szolgálhat a technológiai fejlesztések (pl. hatásfokjavítás) támogatásául, nevezetesen a támogatás mértéke legalább annyi kell legyen, mint amennyi az elkerülhető (megtakarított) környezeti kár.

6. Javaslat az energia-megtakarítás állami támogatásának indokolt mértékére

Az energiamegtakarítás támogatandó céljai közül kiemelkedő fontosságú a környezetterhelés csökkentése, ezen belül is első helyen az üvegházgázok kibocsátásának csökkentése. Másodsorban említhető az ellátásbiztonság növelése az importfüggőség csökkentése révén és támogatást érdemel még a munkaidényes ellátási megoldásoknál a munkahelymegtartó vagy teremtő képesség. Ez utóbbi azonban nem tekinthető energetikai támogatásnak. Kényszerként jelentkezik a kibocsátásokra vonatkozó nemzetközi kötelezettségek betartása.

Jól értékelhető az *üvegházgázok kibocsátásának* csökkentése, ez a kibocsátás-csökkentéssel arányos mértékű, megkülönböztetéstől mentes támogatást érdemel. Az indokolt évi támogatás ennek megfelelően

$$T_{CO_2} = \Delta E_{CO_2} \cdot t_{CO_2} \quad (6.1)$$

ahol t_{CO_2} az egységnyi széndioxid kibocsátás csökkentésre jutó támogatás összege.

Az arányossági tényező meghatározásánál a piaci viszonyokat és a kötelezettségeket kell figyelembe venni. A piaci viszonyok figyelembevételét a kibocsátási jog kereskedelmi árának követése jelenti, de a jegyzési ár rövidtávú, gyors lengéseinek kiküszöbölésével, a hosszútávú trendek figyelembevételével. Az ETS (Emission Trading System, Emisszió-kereskedelmi rendszer) négyéves üzemelése erre már megfelelő támpontot adhat. Az emisszió-kereskedelmi rendszerben résztvevő nagy kibocsátók ezt a mértékű támogatást automatikusan megkapják a kvótaértékesítés lehetőségén keresztül. Ez az egyetlen eset, amikor a fenti automatikus támogatási összeget a kvótaértékesítés árbevételével indokolt lehet csökkenteni.

A kötelezettségként vállalt és kitűzött emisszió-csökkentési értékek betarttatása esetenként a kibocsátási jog áránál magasabb támogatást is igényelhet. E magasabb érték egy piacvezérelt gazdaságban gazdasági modellezéssel határozható meg és a támogatási értékek időszakonként szükséges korrekciójával tartható karban. Ennek lényege a kibocsátás-csökkentési eljárások gazdasági versenyeztetése.

Összehasonlításként néhány tájékoztató érték az 1000 EUR támogatással vagy ráfordítással elérhető széndioxid kibocsátás csökkenéséről:

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| - meglevő erőművek korszerűsítése | 25...75 t |
| - szélerőmű | 6...12 t |
| - széndioxid kivonás és tárolás (CCS) | 10...20 t |
| - kibocsátási jog vásárlás | 35...50 t |

Biomassza alkalmazásnál a kibocsátás-csökkentés értékelési módjának tisztázatlansága miatt a fajlagos költség sem adható meg.

Nem szükséges ilyen támogatást adni az emisszió-kereskedelmi rendszerbe tartozó kibocsátóknak, esetükben ezt a kvótaértékesítés lehetősége pótolja.

Egyéb szennyezőanyagok (pernye, kén- és nitrogénoxidok) esetében két út járható:

- a támogatás legyen arányos a külső költségek csökkenésével (6. fejezet szerinti immisszió alapú támogatás)
- a támogatás legyen arányos a kibocsátás csökkenésével és értéke a megvalósult leválasztó berendezések fajlagos leválasztási költsége legyen (emisszió alapú támogatás)

Ezek közül természetesen immisszió alapú támogatás jelentené az ösztársadalmi érdek jobb figyelembevételét, az emisszió alapú támogatás egyetlen előnye vele szemben az egyszerűsége, normatív jellege. Elképzelhető egy vegyes rendszer, amelyben a nagyobb kibocsátók (pl. a részletes környezeti hatástanulmány készítésére kötelezettek) immisszió alapú, míg a kisebbek normatív, emisszió alapú támogatást kapnak kibocsátás-csökkenésük után.

A légszennyezésre gyakorolt kedvező hatások mellett azt is figyelembe kell venni, hogy természeti közegekre nincs-e káros hatása a vizsgált technológiának. Ez elsősorban a vízenergia-hasznosítás feltételezett környezeti káira, a geotermikus energia helytelen alkalmazásából származó vízkörnyezeti károokra és a biomassa túlzott kitermelése miatti természeti károokra vonatkozik.

Az *importfüggőség csökkentés* esetén is a különböző lehetőségek gazdasági versenyeztetése vezethet egy reális támogatási szint meghatározásához. Az importfüggőség csökkentésére vannak nagy léptékű triviális megoldások, mint pl. a hazai lignitforrások fokozottabb kihasználása, atomerőmű építés és az import kockázatokat nagymértékben csökkentő újabb betáplálások (pl. Nabucco gázvezeték) és a gáztárolók létesítése. Ezek többlettermései és kockázatcsökkentő hatásuk összevetésével határozható meg, hogy milyen értéke van az importfüggőség csökkentésének az ellátásbiztonság szempontjából.

A *munkahelymegtartó vagy munkahely teremtő képesség* támogatásával kapcsolatban fontos figyelembe venni, hogy

- a munkahelyteremtés támogatásának vannak az energiaipartól független kialakult normái, eltérni ezektől nem indokolt,
- csak a hazai munkahelyteremtés részesítendő hazai támogatásban.

Ez utóbbi megállapítás azért fontos, mert pl. Dánia vagy Németország joggal részesíti a szélerőműveket nagyobb támogatásban, hiszen munkahelyteremtő hatásuk is van. Magyarországon ezen a címen indokolatlan magasabb támogatást megállapítani, hiszen a többlet munkahelyek a berendezésgyártó országokban jelennek meg.

Fontos még egyszer kiemelni, hogy a felsorolt területeken tényleges előnyöket hozó energiamegtakarítási eljárásokat egységesen, hátrányos megkülönböztetések nélkül kell kezelni.